

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 75 02394

(54)

Circuit pour la récupération optimale de la chaleur d'une eau à température moyenne.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.²). F 24 D 11/02, 3/00; F 24 H 9/14; F 24 J 3/02.

(22)

Date de dépôt 27 janvier 1975, à 14 h 56 mn.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande

B.O.P.I. — «Listes» n. 34 du 20-8-1976.

(71)

Déposant : COMPAGNIE PARISIENNE D'INGENIEURS-CONSEILS ASSOCIES dite :
PARICA et OLIVET Jean, résidant en France.

(72)

Invention de :

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Boettcher, 23, rue La Boétie, 75008 Paris.

D

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

BEST AVAILABLE COPY

L'invention a pour objet un circuit de circulation d'eau, ou d'un fluide équivalent, équipé d'appareils d'échange de température, permettant d'effectuer une récupération optimale de la chaleur d'une eau provenant d'une source à température moyenne. On appelle ici température moyenne une température dont la valeur peut se situer entre 15° et 90° C. Comme exemple de sources capables de fournir de l'eau à une telle température, on peut citer les condenseurs des centrales de production d'électricité, les forages pour l'exploitation de la géothermie, les circuits de refroidissement des moteurs diesel de forte puissance.

On a déjà proposé de récupérer à l'aide d'échangeurs de température ou au moyen de pompes de chaleur, les calories contenues dans une eau qui n'est pas utilisable directement dans un réseau de chauffage. Par exemple, l'eau chaude qui provient des forages faits dans le sol est généralement chargée de sels et fortement agressive. Il est donc obligatoire, en pratique, d'en retirer les calories grâce à des appareils aussi bien adaptés que possible à cet usage et faciles à entretenir.

L'utilisation la plus courante des calories récupérées est le chauffage des bâtiments et des locaux d'habitation pendant la saison froide. Mais les besoins du chauffage sont fortement variables en fonction de la température extérieure de sorte que la récupération de chaleur telle qu'elle est pratiquée jusqu'à présent est loin d'être satisfaisante dans toutes les circonstances. Alors que la récupération de chaleur est élevée lorsque la température extérieure est la plus froide, on n'a plus qu'une exploitation médiocre de la source à température moyenne lorsque la température extérieure est la moins froide.

L'un des buts de l'invention est de parvenir à un circuit de récupération de chaleur susceptible d'être adapté pendant son utilisation à la température extérieure afin que la source à température moyenne soit exploitée au maximum à tout moment.

Ce but de l'invention pourrait être atteint à l'aide d'appareils tels que des pompes de chaleur ou des échangeurs de chaleur conçus spécialement et pouvant supporter des conditions de marche variables. Toutefois, ce genre de solution conduit à

des appareils coûteux à réaliser et dont le rendement n'est pas satisfaisant à tous les régimes de fonctionnement.

L'invention a également pour but de parvenir à un circuit de récupération de chaleur n'utilisant que des appareils
5 de construction courante et/ou disponibles dans le commerce dont le fonctionnement est tenu, dans toutes les circonstances de la récupération, au voisinage des conditions propices à un rendement satisfaisant.

Il est évident que les échangeurs de chaleur sont des
10 appareils moins coûteux à fabriquer et à entretenir que les pompes de chaleur.

L'invention a donc aussi pour but d'apporter un circuit de récupération de chaleur comprenant pour le traitement de l'eau venant de la source à température moyenne principalement
15 un ou des échangeurs de chaleur.

Le but principal de l'invention est donc de concilier les exigences parfois opposées mentionnées ci-dessus et de parvenir à la récupération optimale de la chaleur d'une eau à température moyenne, ceci signifiant que l'invention réalise en
20 toutes circonstances la récupération maximum possible à l'aide d'appareils courants du commerce utilisés dans des conditions qui assurent un rendement satisfaisant et de façon telle que le coût de l'entretien et de l'adaptation aux diverses allures de marche est réduit à une valeur minimum, de même que le coût de
25 construction et de réalisation du circuit de récupération.

On atteint ces buts selon l'invention grâce à un circuit de récupération de chaleur qui assure la liaison entre une source d'eau à température moyenne ayant une arrivée d'eau chaude et un renvoi d'eau refroidie et un réseau de chauffage ayant
30 un départ d'eau chaude et un retour d'eau froide.

Selon l'aspect le plus général de l'invention, le retour d'eau froide du réseau de chauffage aboutit à l'évaporateur d'une pompe de chaleur; après sa sortie de cet évaporateur l'eau est envoyée dans un ou plusieurs échangeurs de chaleur pour y
35 être réchauffée par exploitation de la source à température moyenne, puis la même eau est envoyée au condenseur de la même pompe de chaleur avant d'être dirigée vers le départ d'eau chaude du circuit de chauffage. Ainsi, la pompe de chaleur soustrait des calories à l'eau avant son réchauffement et fournit ses

calories à cette même eau après le réchauffement de celle-ci.

Dans un mode de réalisation de l'invention, le circuit comprend une canalisation qui réunit le retour d'eau froide du réseau de chauffage à l'évaporateur d'au moins une pompe de
5 chaleur, puis à au moins un échangeur de chaleur, puis au condenseur de la pompe de chaleur, pour aboutir au départ d'eau chaude du réseau de chauffage. Ce circuit comprend aussi une seconde canalisation qui réunit l'arrivée d'eau chaude de la source à l'échangeur de chaleur ou successivement aux échangeurs
10 de chaleur avant d'aboutir au renvoi d'eau refroidie de la source. A la première canalisation est associée une conduite de dérivation qui y est raccordée en amont de l'évaporateur de la pompe de chaleur et en aval du ou des échangeurs de chaleur.

De préférence, lorsque le réseau de chauffage doit
15 fonctionner quand la température extérieure est assez douce, de l'ordre de 10° C, à la première canalisation sont associées plusieurs conduites de dérivation qui y sont raccordées respectivement au condenseur de la pompe de chaleur en parallèle/et en parallèle à l'échangeur ou aux échangeurs de chaleur, des vannes appropriées permettant de mettre hors ser-
20 vice totalement ou partiellement certains de ces appareils.

Pour bien faire comprendre l'invention, on donnera maintenant, uniquement à titre d'exemple, une description d'un circuit de récupération de chaleur. On se référera au cas le plus général, mais non le seul possible, du chauffage de bâti-
25 ments à partir d'un forage géothermique. On se reportera à la figure unique annexée qui est un schéma d'un circuit de récupération de chaleur conforme à l'invention pour alimenter un réseau de chauffage devant fonctionner avec des températures extérieures allant de - 7° C à + 12° C.

30 On suppose que le réseau de chauffage nécessite un débit de 300 m³/h à des températures extrêmes d'eau chaude de 90° C et d'eau froide de 40° C à l'allure de marche maximum (charge 100 %) et que le forage fournit en permanence un débit de 100 m³/h d'eau chaude arrivant à 70° C.

35 Le forage qui constitue la source d'eau chaude à température moyenne a une arrivée d'eau chaude 1 et un renvoi d'eau refroidie 2. Le réseau de chauffage a un départ d'eau chaude 3 et un retour d'eau froide 4.

Une première canalisation, désignée sur tout son

parcours par la référence 5, réunit le retour d'eau froide 4 successivement aux évaporateurs 6, 7 montés en série de deux pompes de chaleur P1, P2 de type connu, disponibles dans le commerce, puis à un premier échangeur de chaleur 8, à un deuxième échangeur de chaleur 9 et à un troisième échangeur de chaleur 11, puis aux condenseurs 12, 13 disposés en série des pompes de chaleur P2, P1, pour aboutir au départ d'eau chaude 3.

A la canalisation 5 est associée une première conduite de dérivation 14 qui est raccordée à la canalisation 5 d'une part en amont de l'évaporateur 6 de la première pompe de chaleur P1 et d'autre part en aval du deuxième échangeur de chaleur 9.

Le circuit de récupération de l'invention comprend une seconde canalisation, désignée sur tout son parcours par la référence 15, qui réunit l'arrivée d'eau chaude 1 du forage successivement au troisième échangeur de chaleur 11, au deuxième échangeur 9 et au premier échangeur 8 pour revenir au renvoi d'eau refroidie 2 du forage.

Le circuit que l'on vient de décrire nécessite, quand la température de l'eau arrivant du forage n'est pas suffisante, un moyen de chauffage auxiliaire tel qu'une chaudière 17 qui réchauffe, soit directement soit par l'intermédiaire d'un échangeur de chaleur 18, l'eau de la canalisation 5, après le condenseur 13 de la pompe de chaleur P1. La température est élevée, dans cet exemple, à 90° C.

Pour une température extérieure de - 7° à +6°C, le circuit de récupération est utilisable tel qu'il a été décrit. On remarquera que l'eau arrivant du forage traverse uniquement les échangeurs de chaleur 11, 9 et 8. Pour une température moyenne de 62° de l'eau au départ 3 du réseau de chauffage, la température de l'eau de forage est abaissée à une valeur faible (+ 10° C). On obtient donc, dans ces conditions, une bonne exploitation du forage.

La chaleur contenue dans l'eau qui vient à 32° C par le retour 4 du réseau de chauffage est récupérée par les pompes de chaleur P1 et P2 mais, de façon économique, seulement pour le débit d'eau qui suffit à absorber dans les échangeurs 8, 9, 11 la chaleur fournie par le débit d'eau chaude arrivant du forage. Dans cet exemple, le forage fournissant 100 m³/h et le

réseau de chauffage demandant $300 \text{ m}^3/\text{h}$, la conduite de dérivation 14 est déterminée pour admettre un débit de $190 \text{ m}^3/\text{h}$. Ainsi, un débit de $110 \text{ m}^3/\text{h}$ seulement, au moins égal à celui du forage, est refroidi dans les évaporateurs 6, 7 des pompes de cha-

5 leur P1 et P2 avant de recevoir la chaleur du forage, puis cette eau est réchauffée encore par les pompes de chaleur P1 et P2. On voit que la même eau passe dans les évaporateurs 6, 7 et dans les condenseurs 12, 13; dans l'intervalle elle est traitée, pour son réchauffement, à l'aide de l'eau du forage.

10 On se reportera à la figure pour connaître les températures et les débits à l'entrée et à la sortie des pompes de chaleur et des échangeurs de chaleur. Les valeurs indiquées correspondant aux valeurs moyennes de 62°C et de 32°C au départ et au retour du réseau de chauffage.

15 Quand il est prévu que ce dernier doit fonctionner lorsque la température extérieure est plutôt douce, de l'ordre de 12°C , le circuit de récupération est complété de la façon suivante.

Des conduites de dérivation 19 et 20 sont disposées respectivement entre la conduite 14 et la canalisation 5, et en parallèle aux condenseurs 12, 13 des pompes de chaleur P2, P1. Des vannes placées convenablement permettent ainsi de mettre hors service les évaporateurs et les condenseurs de ces deux pompes de chaleur P1, P2.

25 Une conduite de dérivation 21 est prévue entre la conduite 14 et la canalisation 5 entre les échangeurs de chaleur 8 et 9, ce qui permet de modifier le débit qui traverse l'échangeur 8.

Une conduite de dérivation 22 est prévue aussi entre 30 la conduite 14 et la canalisation 5 en parallèle à l'échangeur 11, ce qui permet de modifier le débit à travers ce dernier.

Une autre conduite de dérivation 23 est prévue également entre la conduite 14 et la canalisation 5 en amont du condenseur 12 de la pompe de chaleur P2. Cette conduite 23 sert 35 à refroidir ce condenseur si la nécessité s'en fait sentir.

Il n'est pas nécessaire de décrire le mode de régulation du circuit de l'invention en fonction des besoins du chauffage et de la température extérieure, ceci étant bien connu des spécialistes. On remarquera que le passage d'une allure

de marche à une autre se fait facilement et progressivement par une simple manoeuvre de vannes. Le fonctionnement peut donc être rendu automatique en fonction de la température extérieure.

Selon les besoins et la puissance de l'installation,

5 le nombre des pompes de chaleur et celui des échangeurs de chaleur peuvent être différents. D'une façon plus générale, on peut définir l'invention en disant que le circuit de récupération comprend au moins une pompe de chaleur à l'emplacement des pompes P1, P2 décrites ainsi qu'au moins un échangeur de chaleur
10 à l'emplacement des échangeurs 8, 9 et 11. Le nombre exact des appareils à chacun des emplacements dépend des conditions de fonctionnement; il est déterminé pour que chaque emplacement puisse être doté d'appareils du commerce employés de façon que leur efficacité reste satisfaisante.

15 Avec un tel circuit conforme à l'invention et en mettant en service comme il convient les conduites de dérivation de certains appareils, on parvient toujours à ce que les échangeurs de chaleur présentent, à l'entrée de l'eau à réchauffer, ^{des températures à l'entrée,} un écart moyen logarithmique de température supérieur à l'écart 7, tandis que les pompes de chaleur présentent entre le côté chaud
20 et le côté froid un écart de température au plus égal à 40° C, conditions nécessaires à l'emploi d'appareils de type courant du commerce. En outre, le forage est exploité de façon très satisfaisante puisque la température de l'eau au renvoi d'eau refroidie 2 est abaissée à + 10° C et n'augmente que, lorsque la
25 température extérieure devenant plus douce, on prélève moins de chaleur.

Naturellement, on commence par diminuer la quantité de chaleur d'appoint fournie par la chaudière 17; l'échangeur de
30 chaleur 18 peut être mis hors service grâce à une dérivation (non représentée).

Dans le circuit donné en exemple, l'eau de retour du réseau de chauffage passe dans l'évaporateur d'une ou de plusieurs pompes de chaleur (P1 - P2) de manière à entrer dans
35 l'échangeur 8 à une température réduite, de 5° C par exemple, tant que la température extérieure n'atteint pas une valeur trop basse, et elle s'élève progressivement quand la température extérieure devient plus froide. Il en résulte que le circuit de l'invention récupère la quantité maximum possible de la chaleur

de l'eau du forage.

L'invention permet, ainsi qu'on vient de le montrer, de parvenir, à l'aide d'appareils du commerce, à une température assez basse de l'eau de la source à température moyenne avant son renvoi. Cependant, l'invention n'exclut pas, dans une variante de réalisation et lorsque les circonstances le rendent souhaitable, d'abaisser la température de l'eau de la source à une valeur plus basse que celle obtenue après son traitement dans les échangeurs de chaleur 9, 8. Par exemple, dans le rectangle figuré en trait mixte sur la figure et désigné par la référence P3 on peut installer une pompe de chaleur supplémentaire. Celle-ci est alors branchée pour que son évaporateur placé sur la canalisation 15 soutire des calories à l'eau du forage avant le renvoi 2 d'eau refroidie; ces calories sont fournies à l'eau du réseau de chauffage par le condenseur placé sur la canalisation 5 entre les échangeurs 9 et 11.

On n'obtient plus totalement l'avantage procuré par l'invention, en ce sens qu'une pompe de chaleur se trouve sur le passage de l'eau du forage. Mais on remarquera qu'il s'agit seulement de l'évaporateur d'une seule pompe de chaleur et que celle-ci peut, généralement, être mise hors service pendant une fraction importante des heures de marche, quand la température extérieure est plutôt douce.

R E V E N D I C A T I O N S

1°/ Circuit de récupération de la chaleur d'une eau venant d'une source à température moyenne pour l'échauffement de l'eau d'un réseau de chauffage, la source ayant une arrivée d'eau chaude et un renvoi d'eau refroidie et le réseau de chauffage ayant un départ d'eau chaude et un retour d'eau froide, caractérisé en ce qu'il comprend une canalisation qui réunit le retour d'eau froide du réseau de chauffage à l'évaporateur d'au moins une pompe de chaleur, puis à au moins un échangeur de chaleur raccordé par ailleurs à l'arrivée de l'eau chaude et au renvoi d'eau refroidie de la source, puis au condenseur de la dite pompe de chaleur pour aboutir au départ d'eau chaude du réseau de chauffage.

2°/ Circuit de récupération de chaleur selon la revendication 1 caractérisé en ce que les échangeurs de chaleur sont établis par un écart moyen logarithmique de température supérieur à l'écart des températures à l'entrée.

3°/ Circuit de récupération de chaleur selon la revendication 1 caractérisé en ce que les pompes de chaleur sont établies pour des écarts de température entre la partie chaude et la partie froide ne dépassant pas 40° C.

4°/ Circuit de récupération de chaleur selon les revendications 1 à 3 réunies caractérisé en ce qu'il comprend une première canalisation qui réunit le retour d'eau froide du réseau de chauffage à l'évaporateur d'au moins une première pompe de chaleur, puis à au moins un premier échangeur de chaleur, puis au condenseur d'une autre pompe de chaleur, puis à un autre échangeur de chaleur, puis au condenseur de la première pompe de chaleur pour aboutir au départ d'eau chaude, cette première canalisation étant associée à une première conduite de dérivation qui y est raccordée en amont de l'évaporateur de la première pompe de chaleur et en aval du premier échangeur de chaleur, et une seconde canalisation qui réunit l'arrivée d'eau chaude de la source successivement aux échangeurs de chaleur, pour aboutir au renvoi d'eau refroidie de la source, le débit dans la première conduite de dérivation étant tel que le débit à travers l'évaporateur de la première pompe de chaleur est au moins équivalent au débit du forage.

5°/ Circuit de récupération de chaleur selon la re-

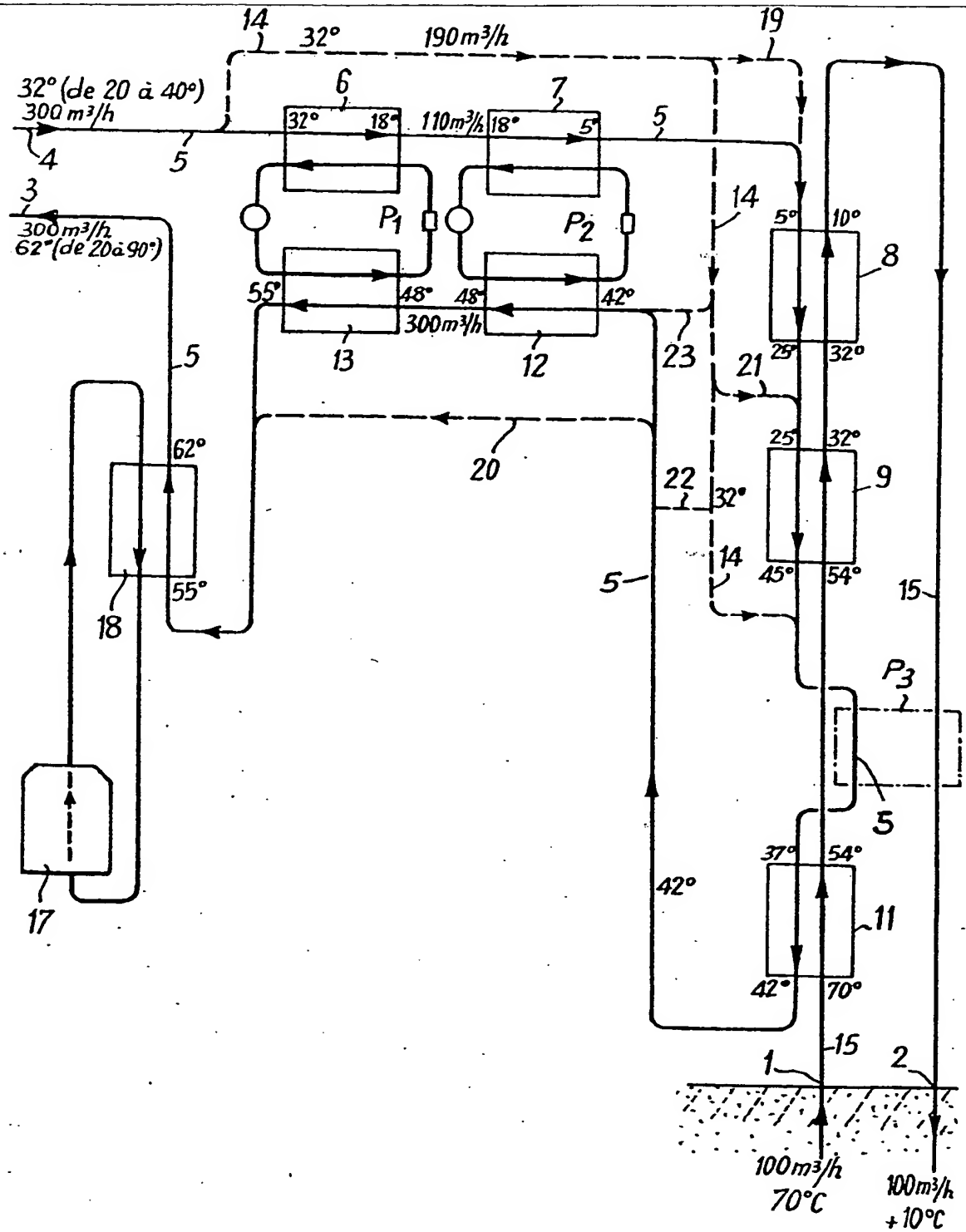
vendication 4 caractérisé en ce que la première canalisation est associée à des conduites de dérivation supplémentaires qui y sont raccordées respectivement en parallèle à l'évaporateur et au condenseur de la ou de chaque pompe de chaleur d'une part et
5 en parallèle aux échangeurs d'autre part, des vannes appropriées permettant de modifier le débit à travers ces appareils.

6°/ Circuit de récupération de chaleur selon la revendication 5 caractérisé en ce qu'une conduite de dérivation est prévue entre la première conduite de dérivation et la canalisation allant au réseau de chauffage en amont du condenseur
10 de la ou des pompes de chaleur.

7°/ Circuit de récupération de chaleur selon l'une quelconque des revendications 4 à 6 caractérisé en ce qu'une pompe de chaleur supplémentaire est branchée avec son évaporateur
15 placé sur la canalisation d'eau de la source juste en amont du renvoi d'eau refroidie et son condenseur placé sur la canalisation venant du réseau de chauffage, entre deux échangeurs de chaleur.

8°/ Circuit de récupération de chaleur selon la revendication 7 caractérisé en ce que des conduites de dérivation sont placées entre l'entrée et la sortie du condenseur et de l'évaporateur de la pompe supplémentaire pour permettre la mise
20 hors service de ce dernier.

9°/ Circuit de récupération de chaleur selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 caractérisé en ce qu'un
25 moyen de réchauffage est placé sur le trajet de la première canalisation entre le condenseur de la première pompe de chaleur et le départ d'eau chaude du réseau de chauffage.



French Republic (11) Publication No.: 2 298 768
National Institute of Not to be used only for ordering reproductions
Industrial Property
Paris

APPLICATION FOR PATENT OF INVENTION

A1

(21) No. **75 02394**

(54) Circuit for the optimum recovery of heat from water at moderate temperature

(51) International Classification (Int. Cl.²). F 24 D 11/02, 3/00; F 24 H 9/14; F 24 J 3/02.

(22) Date of filling: January 27, 1975, at 14 h 56 min.

(33)(32)(31) Priority claimed

(41) Date of laying open for public inspection: B.O.P.I. "Listes" No. 34, dated
8/20/1976

(71) Applicant: COMPAGNIE PARISIENNE D'INGENIEURS-CONSEILS
ASSOCIATES named: PARICA et OLIVET Jean, residing in France

(72) Inventor:

(73) Owner: same as (71)

(74) Representative: Cabinet Boettcher, 23, rue La Boétie, 75008 Paris

The object of the invention is a circuit of water circulation or of an equivalent fluid equipped with heat exchange apparatuses permitting optimum recovery of the heat from water coming from a source at moderate temperature. Here, moderate temperature is defined as a temperature which may be between 15° and 90°C. As example of sources that can provide water at such a temperature, one can cite the condensers of electrical power generators, drilling for exploitation of geothermal heat, cooling circuits of high-power diesel engines.

It has already been proposed to recover, with the aid of heat exchangers or using heat pumps, the calories contained in water which is not utilizable directly in a heating network. For example, the hot water which comes from drillings made in the soil is generally loaded with salts and is highly aggressive. Therefore, in practice, it is obligatory to remove the calories from that with the aid of apparatuses which are easy to maintain and are adapted as well as possible to this application.

The most current utilization of calories recovered is the heating of buildings and living areas during the cool season. However, the heating needs are highly variable depending on the outside temperature, so that the recovery of heat as such, as it has been practiced until now, is far from being satisfactory under all circumstances. While heat recovery is high when the outside temperature is the coldest, there is only mediocre exploitation of the moderate temperature source when the outside temperature is the least cold.

One of the goals of the invention is to provide a heat recovery circuit that can be adapted during its utilization to the outside temperature so that the moderate heat source is exploited to maximum at all times.

This goal of the invention can be achieved with the aid of apparatuses such as heat pumps or heat exchangers designed especially so that can withstand variable operating conditions. However, this type of solution leads to apparatuses which are costly to produce and the yield of which is not satisfactory at all operational ranges.

Another goal of the invention is to provide a circuit for heat recovery which uses only apparatuses which are of current construction and/or which are commercially available, the operation of which is held under all recovery circumstances near conditions which are propitious for satisfactory yield.

It is evident that heat exchangers are apparatuses which are less costly to manufacture and maintain than heat pumps.

Thus, another goal of the invention is to provide a heat recovery circuit comprising mainly one or several heat exchangers for the treatment of water coming from a source with moderate temperature.

Therefore, the main goal of the invention is to reconcile the sometimes contradictory requirements mentioned above and to arrive at optimal recovery of heat from water at moderate temperature, this meaning that the invention realizes maximum possible recovery under all circumstances with the aid of apparatuses used in the current market under conditions which assure a satisfactory yield and so that the cost of maintenance and the adaptation to various types of operation is reduced to a minimum value and also the same being true for the cost of construction and realization of the recovery circuit.

According to the invention, these goals are reached with the aid of a heat recovery circuit which assures connection between a moderate-temperature water source having a hot water inlet and a cold water return and a heating network which has a hot water entry and a cold water return.

According to the most general aspect of the invention, the return of cold water from the heating network goes to the evaporator of a heat pump; after leaving this evaporator, the water is sent to one or several heat exchangers to be re-heated there by exploitation of the moderate-temperature heat source and then the same water is sent to the condenser of the same heat pump, having been directed towards the discharge of hot water from the heating circuit. Thus, the heat pump removes calories from the water before it is re-heated and furnishes its calories to the same water after it has been re-heated.

In one embodiment of the invention, the circuit comprises a piping system which combines the return of cold water from the heating network to the evaporator of at least one heat pump, then to at least one heat exchanger, then to the condenser of the heat pump, to arrive to the hot water discharge of the heating network. This circuit also comprises a second piping system which combines the arrival of hot water from the source to the heat exchanger or successively to the heat exchangers before arriving to the

return of cold water of the source. A bypass is associated with the first piping system which is here connected upstream of the evaporator of the heat pump and downstream of the heat exchanger or heat exchangers.

Preferably, the heating network should function when the outside temperature is fairly mild, of the order of 10°C . Several bypasses are associated with the first piping system, which are here connected respectively in parallel to the condenser of the heat pump and in parallel to the heat exchanger or heat exchangers, appropriate valves permitting putting certain of these apparatuses totally or partially out of service.

In order to aid understanding of the invention, now, merely as an example, a description of a heat recovery circuit will be given. Reference will be made to the more general case, but not the only possible one, of heating buildings using heat from geothermal drilling. Reference will be made to the only figure attached, which is a schematic illustration of a heat recovery circuit according to the invention to feed a heating network that must function at outside temperatures ranging from -7°C to $+12^{\circ}\text{C}$.

It is assumed that the heating network requires a flow rate of $300\text{ m}^3/\text{h}$ at the extreme temperatures of hot water at 90°C and cold water at 40°C at the maximum flow rate (charge 100%) and that the drilling permanently provides a flow rate of $100\text{ m}^3/\text{h}$ of hot water arriving at 70°C .

The drilling which constitutes the source of hot water at the moderate temperature has a hot water inlet 1 and a cold water return 2. The heating network has a hot water entry 3 and a cold water return 4.

The first piping system, designated over its entire course by reference 5, combines the cold water return 4 successively to evaporators 6, 7 mounted in series of two heat pumps P1, P2 of the known type, available on the market, then to a first heat exchanger 8, to a second heat exchanger 9 and to a third heat exchanger 11, then to condensers 12, 13 arranged in series with heat pumps P2, P1, to arrive to the start of hot water 3.

The piping system 5 is associated with a first bypass 14 which is connected to piping system 5 on the one hand upstream of evaporator 6 of the first heat pump P1 and, on the other hand, downstream of the second heat exchanger 9.

The recovery circuit of the invention comprises a second piping system, designated by reference 15 over its entire course, which unites the entry of hot water 1 of the drilling successively to the third heat exchanger 11, to the second heat exchanger 9 and to the first heat exchanger 8 to come back to the discharge of cold water 2 from drilling.

The circuit that was just described requires a means of auxiliary heating when the temperature of the water arriving from the drilling is not sufficient, such as a heater 17 which re-heats, either directly or via a heat exchanger 18, the water of the piping system 5, after the condenser 13 of heat pump P1. In this example, the temperature is raised to 90°C.

For an outside temperature of -7°C to +6°C, the recovery circuit can be used as it was described. It should be pointed out that the water arriving from the drilling goes through only heat exchangers 11, 9 and 8. For a mean temperature of 62°C of the entry water 3 of the heating network, the temperature of the drilling water is lowered to a low value (+10°C). Thus, under these conditions, good exploitation of the drilling is obtained.

The heat contained in the water, which flows at 32°C through return 4 of the heating network, is recovered by the heat pumps P1 and P2, but, in an economical manner, only for a flow of water which is sufficient to absorb, in heat exchangers 8, 9, 11, the heat provided by the flow of hot water arriving from the drilling. In this example, the drilling providing 100 m³/h and the heating network demanding 300 m³/h, the bypass 14 is assigned to admit a flow rate of 190 m³/h. Thus, a flow rate of only 110 m³/h, at least equal to that of the drilling, is cooled in evaporators 6, 7 of heat pumps P1 and P2 before receiving the drilling heat, and then this water is re-heated again by heat pumps P1 and P2. It can be seen that the same water passes through evaporator 6, 7 and condensers 12, 13; during this interval it is treated for re-heating with the aid of the drilling water.

Now we will refer to the figure to determine the temperatures and the flow rates at the inlet and at the exit of the heat pumps and of the heat exchangers. The values indicated correspond to the mean values of 62°C and 32°C at the entry and at the return of the heating network.

When it is provided that the latter should function when the outside temperature is milder, of the order of 12°C, the recovery circuit is completed as follows.

Bypasses 19 and 20 are arranged between pipe 14 and the piping system 5, and in parallel to condensers 12, 13 of heat pumps P2, P1, respectively. Valves placed appropriately thus permit the evaporators and the condensers of these two heat pumps P1, P2 to be put out of service.

A bypass 21 is provided between pipe 14 and piping system 5 between the heat exchangers 8 and 9, which permits modification of the flow rate that goes through exchanger 8.

A bypass 22 is also provided between pipe 14 and piping system 5 in parallel to heat exchanger 11, which permits modification of the flow rate that goes through the latter.

Another bypass 23 is also provided between pipe 14 and piping system 5 upstream of condenser 12 of heat pump P2. This pipe 23 serves to cool this condenser if it proves to be necessary.

It is not necessary to describe the mode of regulation of the circuit of the invention as a function of the need of heating and outside temperature, because this is well-known to experts in the field. It should be pointed out that the passage from one type of operation to another is done easily and progressively by simple maneuvering of valves. The functioning can thus be made automatic depending on the outside temperature.

According to need and the power of the installation, the number of heat pumps and that of the heat exchangers may be different. More generally, one can define the invention by saying that the recovery circuit contains at least one heat pump at the site of pumps P1, P2 described, as well as at least one heat exchanger at the site of heat exchangers 8, 9 and 11. The exact number of apparatuses at each location depends on the operating conditions; it is determined so that each location can be equipped with commercial apparatuses used in such way that their efficacy remains satisfactory.

With such a circuit according to the invention and putting in service the bypasses of certain apparatuses as needed, it can always be achieved that, at the entry of the water to be re-heated, the heat exchangers have a mean logarithmic temperature difference

greater than the difference obtained, while the heat pumps have a temperature difference at most equal to 40°C between the hot side and the cold side, which are the conditions necessary to use the apparatuses of the currently on the market. Moreover, the drilling is operated very satisfactorily, since the temperature of the water where the cold water 2 is returned is lowered to +10°C and does not increase when the outside temperature becomes milder so that less heat is taken up.

Naturally, one begins by diminishing the extra quantity of heat provided by heater 17; the heat exchanger 18 can be put out of service with the aid of a bypass (not represented).

In the circuit given in the example, the return water from the heating network passes through the evaporator of one or several heat pumps (P1 - P2) so as to enter in heat exchanger 8 at a reduced temperature, for example at 5°C, when the outside temperature does not reach too low a value, and it increases progressively when the outside temperature becomes colder. It follows from this that the circuit of the invention recovers the maximum possible quantity of heat from the drilling water.

Thus, as it was shown, the invention permits one to arrive, with the aid of the commercial apparatuses, at a fairly low temperature of water from the source at a moderate temperature before sending it back. However, the invention does not exclude, in a variation of the embodiment and when the circumstances make it desirable, to lower the temperature of the source water to a lower value than that obtained after its treatment in heat exchangers 9, 8. For example, one can install a supplementary heat pump in the rectangle shown with a dash-dot line in the figure and designated by reference P3,. This is then branched so that its evaporator placed in piping system 15 removes calories from the drilling water before sending it to discharge 2 of cold water; these calories are furnished to the water of the heating network via the condenser placed in piping system 5 between exchangers 9 and 11.

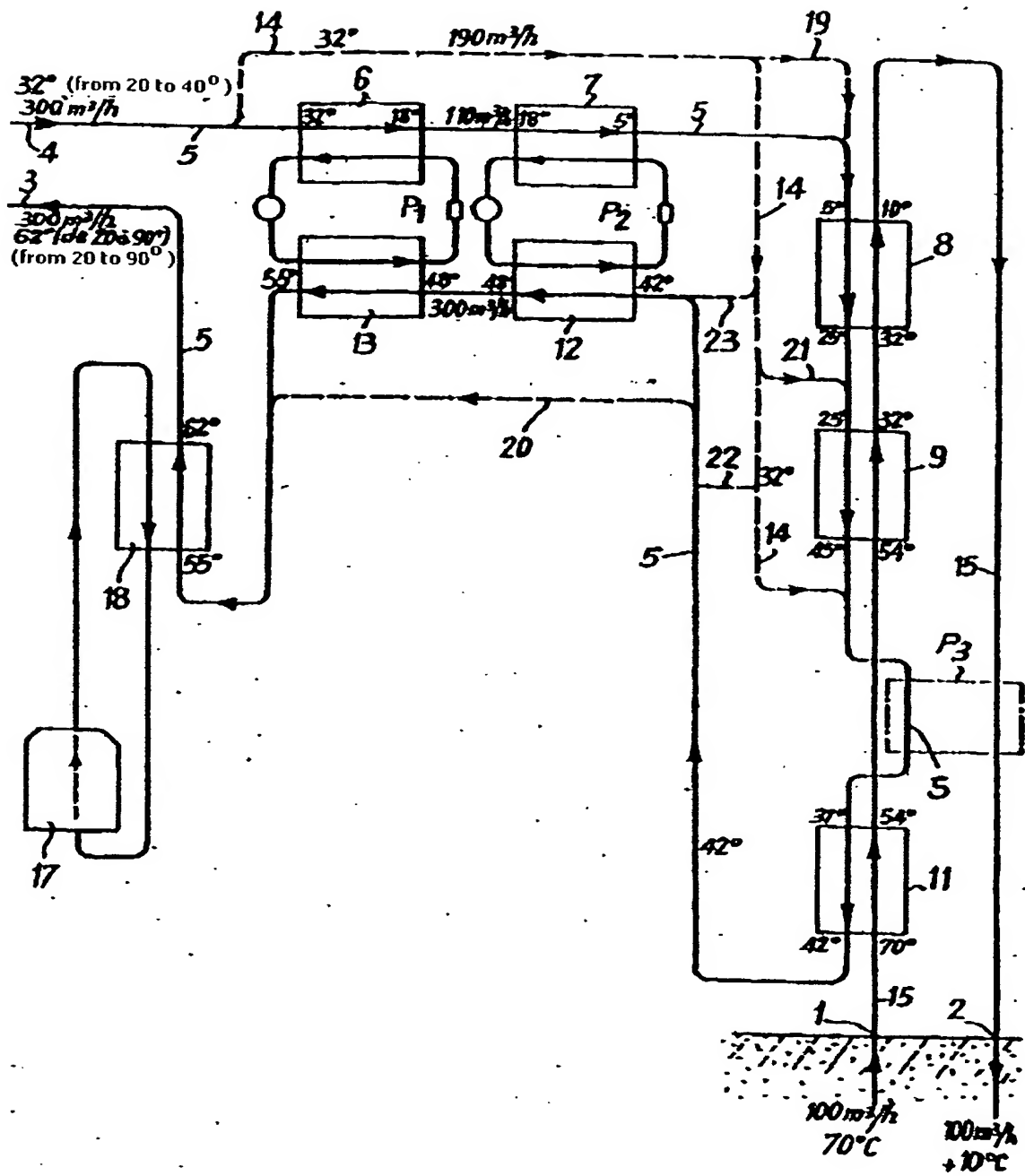
One no longer obtains totally the advantage provided by the invention in the sense that a heat pump is located in the passage of the drilling water. However, it should be pointed out that we are dealing only with the evaporator of a single heat pump and this can generally be put out of service during a large fraction of the operating hours when the outside temperature is milder.

PATENT CLAIMS

1. Heat recovery circuit from a water from a source with moderate temperature, for heating water of a heating network, the source having an inlet of hot water and a return of cold water and the heating network having an entry of hot water and a return of cold water, characterized by the fact that it comprises a piping system, which includes the return of cold water of the heating network to the evaporator of at least one heat pump, then to at least one heat exchanger connected to the arrival of hot water and to the return of cold water of the source, then to the condenser of the said heat pump, to arrive at the discharge of hot water of the heating network.
2. Heat recovery circuit according to Claim 1, characterized by the fact that the heat exchangers are set up with a mean logarithmic temperature difference greater than the temperature difference at the inlet.
3. Heat recovery circuit according to Claim 1, characterized by the fact that the heat pumps are set up for temperature differences between the hot part and the cold part not exceeding 40°C.
4. Heat recovery circuit according to Claims 1 to 3 combined, characterized by the fact that it comprises a first piping system which links the return of cold water of the heating network to the evaporator of at least one first heat pump, then to at least one first heat exchanger, then to the condenser of another heat pump, then to another heat exchanger, then to the condenser of the first heat pump to arrive at the discharge of hot water, this first piping system being associated with a first bypass, which is connected upstream of the evaporator of the first heat pump and downstream of the first heat exchanger, and a second piping system which joins the entry of hot water of the source successively to the heat exchangers, to arrive to the return of cold water of the source, the flow rate in the first bypass being such that the flow rate through the evaporator of the first heat pump is at least equivalent to the drilling flow rate.
5. Heat recovery circuit according to Claim 4, characterized by the fact that the first piping system is associated with supplementary bypasses which are here

connected respectively in parallel to the evaporator and to the condenser of the or of each heat pump on the one hand and in parallel to the heat exchangers on the other hand, appropriate valves permitting modification of the flow rate through these apparatuses.

6. Heat recovery circuit according to Claim 5, characterized by the fact that a bypass is provided between the first bypass and the piping system going to the heating network upstream of the condenser of the heat pump or pumps.
7. Heat recovery circuit according to any of Claims 4 to 6, characterized by the fact that a supplementary heat pump is connected to its evaporators placed on the piping network of the source water just upstream of the return of cold water and its condenser is placed on the piping system coming from the heating network, between two heat exchangers.
8. Heat recovery circuit according to Claim 7, characterized by the fact that bypasses are placed between the entry and discharge of the condenser and of the evaporator of the supplementary pump to permit putting the latter out of service.
9. Heat recovery circuit according to any of Claims 1 to 8, characterized by the fact that a means of re-heating is placed on the route of the first piping network between the condenser of the first heat pump and the point of departure of hot water from the heating network.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.